



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Off nlegungsschrift
10 DE 195 24 968 A 1

21 Aktenzeichen: 195 24 968.2
22 Anmeldetag: 8. 7. 95
43 Offenlegungstag: 16. 1. 97

51 Int. Cl.⁶:
F 16 C 33/20
C 08 J 5/16
C 08 L 27/12
C 08 K 3/38
C 08 K 3/30
C 08 K 3/34
C 08 K 3/16
C 08 K 3/04
// (C 08 K 3/38, 3:28)
(C 08 K 3/34, 3:28)

DE 195 24 968 A 1

- 71 Anmelder:
Glyco-Metall-Werke Glyco B.V. & Co KG, 65201
Wiesbaden, DE
- 74 Vertreter:
Fuchs, Luderschmidt & Partner, 65189 Wiesbaden
- 72 Erfinder:
Adam, Achim, Dr., 64569 Nauheim, DE
- 56 Entgegenhaltungen:
DE-AS 11 32 710
DE 42 00 385 A1
DE 39 16 137 A1
DE-OS 33 43 697 A
DE-OS 14 00 284

EP 03 95 130 A2
EP 01 68 866 A1
HELBRICH/HARSCH/HÖNLE: Werkstoff-Führer
Kunststoffe, 3.Aufl., München-Wien: Carl Hanser
Verlag, 1983, S.78-85;
J. FALBE/M:REGNITZ: Römpf Chemie Lexikon,
9.Aufl., Stuttgart-New York: Georg Thieme Verlag,
1989, S.479;
ULLMANN'S Encyklopädie der technischen Chemie,
4.Aufl., Bd.20, Weinheim: Verlag Chemie, 1981,
S.530-534;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Gleitlagerwerkstoff und dessen Verwendung

- 57 Es wird ein Gleitlagerwerkstoff mit einem Matrixmaterial und einem Gleitmaterial aus mindestens einem Fluorthermoplasten und Füllstoffen beschrieben. Das Gleitmaterial enthält als Füllstoff 5-48 Vol.-% Bornitrid und 2-45 Vol.-% mindestens einer Metallverbindung mit Schichtstruktur, wobei der Anteil des Fluorthermoplasten mindestens 50-85 Vol.-% beträgt. Bei dem Fluorthermoplasten handelt es sich um PTFE oder PTFE mit Zusätzen. Als Metallverbindungen kommen vorzugsweise MoS₂, Wolframsulfid, Titansulfid oder Titanjodid in Frage. Das Matrixmaterial kann eine Sinterbronze sein, in die das Gleitmaterial eingearbeitet ist, oder ein thermoplastischer Kunststoff, in den das Gleitmaterial in feiner Verteilung eingemischt ist. Der Anteil des Kunststoffmatrixmaterials bezogen auf den gesamten Gleitlagerwerkstoff liegt bei 60-95 Vol.-%.

DE 195 24 968 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Gleitlagerwerkstoff mit einem Matrixmaterial und einem Gleitmaterial aus mindestens einem Fluorthermoplasten und Füllstoffen. Die Erfindung bezi ht sich auch auf di Verwendung

solcher Gleitlagerwerkstoffe.

Lagermaterialien mit Gleitschichten auf Kunststoffbasis sind als ein-, zwei- oder dreischichtige Verbundwerkstoffe bekannt: Vollkunststofflager, Lager mit äußerem metallischen Stützkörper und direkt aufgebrachtem oder aufgeklebtem Kunststoff, solche mit internem Metallgewebe, sowie Dreischichtlager aus Stützmetall, gesinterter poröser Metallschicht und einer auf und in den Poren ausgebildeten Deckschicht. Alle diese Lager werden meist in Bereichen eingesetzt, in denen die Verwendung von Schmierstoffen nicht möglich oder unerwünscht ist. Deshalb müssen sie selbst im Betriebszustand diese Schmierstoffe zur Verfügung stellen.

Die mehrschichtigen Werkstoffe unterscheiden sich von den Vollkunststoffmaterialien z. B. durch eine vernachlässigbare Neigung zu kaltem Fluß unter Belastung, einer wesentlich besseren Wärmeleitfähigkeit und damit verbunden durch deutlich höhere mögliche pv-Werte. Jedoch können auch Vollkunststoffmaterialien in bestimmten Fällen, z. B. aus Kostengründen, von Vorteil sein.

Innerhalb der Dreischichtwerkstoffe kann man nun wieder solche mit Gleitschichten auf der Basis von Fluorthermoplasten wie PTFE, PFA, FEP etc. oder von anderen Kunststoffen, wie z. B. PEEK unterscheiden. Diese beiden Gruppen müssen in ihrer Funktionsweise unterschieden werden: Während die Bronze-Zwischenschicht bei PTFE-Basiswerkstoffen "aktiver" lasttragender Bestandteil der Gleitschicht ist und ähnlich wie ein Füllstoff wirkt, nützen die anderen Kunststoffmaterialien diese nur als Verankerung. Sie lassen bei genügend hoher Affinität zum Metallrücken die Herstellung echter Zweischichtmaterialien zu, können aber auch mit Hilfe einer Klebeschicht aufgebracht sein. Auf der aktiven Gleitschicht selbst übernimmt hier der Duro- oder Thermoplast die tragende Rolle der Bronze. Weiter sind Lagermaterialien aus auf Metall geklebten gefüllten Fluorthermoplast-Folien oder solche mit in Kunststoff inkorporierten Metallgeweben bekannt, die ebenfalls auf einen Metallrücken aufgeklebt sein können.

Universell einsetzbar und leicht herstellbar sind die Dreischicht-Werkstoffe auf der Basis der Fluorthermoplaste wie PTFE, die auch die höchste Leistungsfähigkeit und Temperaturbeständigkeit aufweisen. Im Produktionsprozeß werden über eine Kunststoffdispersion homogene PTFE/Füllstoff-Pasten erzeugt und nach dem Aufwalzen auf das Trägermaterial durch abschließendes Sintern des PTFE der endgültige Verbundwerkstoff hergestellt.

Die gebräuchlichsten verwendeten Füllstoffe für solche Werkstoffe sind Blei und Molybdändisulfid, wobei diese Materialien nahezu die gleiche Leistungsfähigkeit ergeben. Diese Füllstoffe können auch in Gegenwart von Schmiermitteln angewendet werden.

In vielen Fällen wäre die Lösung konstruktiver Problemstellungen unter Verwendung von wartungsfreien platzsparenden Gleitlagern mit PTFE-Gleitschichten wünschenswert. Die obere Belastungsgrenze, die im mittleren Last- und Geschwindigkeitsbereich (0,5—100 MPa und 0,02—2 m/s) bei einem pv-Wert von 2 mPa m/s liegt, kann einen Einsatz dieser Gleitlager jedoch einschränken.

Aus der DE 41 06 001 A1 ist es bekannt, daß durch Verwendung von PbO als Füllstoff auch leistungsfähigere Gleitlagerwerkstoffe erzeugt werden können, jedoch wird die Verwendung von Materialien mit einem gesundheitsgefährdenden Potential wie Blei in zunehmendem Maße abgelehnt. Außerdem sind solche für den schmierungsfreien Einsatz optimierte Materialien z. B. für den Einsatz als Führungsbuchsen für Stoßdämpferkolbenstangen ungeeignet, weil sie unter diesen Bedingungen nicht die notwendige Verschleiß- und Kavitationsbeständigkeit oder jedoch unbefriedigend hohe Reibwerte aufweisen.

Lagerwerkstoffe mit Gleitschichten, die nur aus PTFE und Molybdändisulfid bestehen, sind seit langem bekannt und gehören derzeit zu den am häufigsten eingesetzten schmierungsfreien Lagermaterialien. Auch Bornitrid als bekannter Festschmierstoff wird immer wieder als möglicher Füllstoff für PTFE erwähnt, wenn gleich die Schmierstoffeigenschaften hier erst bei Temperaturen oberhalb von 800°C wirksam werden.

So sind sowohl Molybdändisulfid als auch Bornitrid bereits in der DE-PS 11 32 710 als Beispiel in einer Aufzählung von Festschmierstoffen als Füllstoff genannt. Die gleichzeitige Verwendung von Molybdändisulfid und Bornitrid in PTFE wird jedoch nicht erwähnt.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Füllstoffkombination zur Verfügung zu stellen, die die o.g. Vorteile der thermoplasthaltigen Kunststofflagerwerkstoffe erweitert, ohne daß dabei auf Blei oder Bleiverbindungen zurückgegriffen werden muß.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß das Gleitmaterial als Füllstoffe 5—48 Vol.-% Bornitrid und 2—45 Vol.-% mindestens einer Metallverbindung mit Schichtstruktur enthält, wobei der Anteil des Fluorthermoplasten 50—85 Vol. % beträgt. Die Volumenanteile sind auf das Gleitmaterial ohne das Matrixmaterial bezogen.

Es hat sich gezeigt, daß durch die Füllstoffkombination aus Bornitrid, wobei Bornitrid in hexagonaler Modifikation bevorzugt ist, und mindestens einer Metallverbindung mit Schichtstruktur die Eigenschaften von Kunststofflager-Werkstoffen gegenüber den Lagerwerkstoffen, die nur jeweils einen dieser Füllstoffe enthalten, deutlich verbessert werden können. Zu diesen Eigenschaften zählen insbesondere die Belastbarkeit, die Verschleißfestigkeit und die Kavitationsbeständigkeit.

Unter der Schichtstruktur der Metallverbindungen wird eine Anisotropie des Kristallgitters in der Form verstanden, daß durch schwache Wechselwirkungen der atomaren Bausteine bei äußerer Krafteinwirkung eine Verschiebung von bestimmten Gitterebenen gegeneinander erleichtert ist. Als Metallverbindungen kommen z. B. Molybdändisulfid und/oder Wolframsulfid und/oder Titansulfid und/oder Titanjodid in Frage.

Bei den Fluorthermoplasten handelt es sich vorzugsweise um PTFE oder PTFE mit Zusätzen in s oder mehrerer Fluorthermoplaste aus ETFE, PCTFE, ECTFE, PVDF oder FEP.

Die vorteilhaften Eigenschaften zeigen sich insbesondere dann, wenn das Matrixmaterial ein Bronzegerüst ist,

in das das Gleitmaterial eingelagert ist, oder wenn das Matrixmaterial ein thermoplastischer Kunststoff ist, in den das Gleitmaterial in feiner Verteilung eingemischt ist, wobei der Anteil des Kunststoff-Matrixmaterials bezogen auf den gesamten Gleitlagerwerkstoff 60—95 Vol.%, vorzugsweise 70—90 Vol.% beträgt.

Das Kunststoffmatrixmaterial weist vorzugsweise PPS, PA, PVDF, PSU, PES, PEI, PEEK, PAI oder PI auf.

Bei den Gleitlagerwerkstoffen auf PTFE-Sinterbronze-Basis wird die Leistungsfähigkeit so weit verbessert, daß unter schmierungsfreien Bedingungen PV-Werte im mittleren Last- und Geschwindigkeitsbereich bis zu 5 MPa·m/s erreicht werden können. Gleichzeitig zeichnen sich diese Materialien durch eine verbesserte Kavitationsbeständigkeit und durch Reibwerte unter Ölschmierung aus, die dem Stand der Technik vergleichbar sind. Auch bei fluorthermoplasthaltigen Werkstoffen mit anderer Kunststoffmatrix wie PPS, PA, PVDF, PSU, PES, PEI, PEEK, PM oder PI läßt sich die Verschleißbeständigkeit durch die erfindungsgemäße Füllstoffkombination gegenüber den mit den Einzelkomponenten gefüllten Varianten deutlich erhöhen.

Vorzugsweise liegen die Anteile von Bornitrid bei 6,25—32 Vol.-% und die der Metallverbindung bei 5—30 Vol.-%. Die Teilchengröße dieser Füllstoffe liegt vorzugsweise unter 40 µm, insbesondere unter 20 µm.

Außerhalb der erfindungsgemäßen Verhältnisse werden gegenüber den Kombinationen von PTFE und Bornitrid oder PTFE und MoS₂ keine wesentlichen Verbesserungen erreicht. Es ist jedoch möglich, ausgehend von den o.g. Zusammensetzungen bis zu 40 Vol.-% der Füllstoffkombination Bornitrid/Metallsulfid vorzugsweise jedoch nicht mehr als 20 Vol.-% durch weitere Komponenten wie Duroplaste oder Hochtemperaturthermoplaste, wie z. B. Polyimide oder Polyamidimide, andere Festschmierstoffe, z. B. Graphit, durch Pigmente wie z. B. Koks und durch Faserstoffe wie z. B. Graphit-Kurzfasern oder Aramidfasern oder Hartstoffe wie z. B. Borcarbid oder Siliziumnitrid zu ersetzen.

Der erfindungsgemäße Gleitwerkstoff kann in Verbindung mit einem Matrixmaterial aus Thermoplasten als Massivkunststoff-Gleitelement verwendet werden. Der Gleitlagerwerkstoff kann aber auch als Gleitschicht eines Mehrschichtwerkstoffes Verwendung finden, wobei die Gleitschicht direkt auf einen Metallrücken aufgebracht sein kann. Die zuletzt genannten Mehrschichtwerkstoffe mit einer Gleitschicht mit einer Sinterbronze-Matrix sind derart aufgebaut, daß auf dem Stützmetall wie z. B. Stahl oder einer Kupfer- oder Aluminiumlegierung eine 0,05—0,5 mm dicke Schicht Bronze so aufgesintert wird, daß sie ein Porenvolumen von 20—45% aufweist und die Zusammensetzung der Bronze selbst 5—15% Zinn und wahlweise bis zu 15% Blei enthält. Die Gleitmaterialmischung wird dann durch Einwalzen so auf den porösen Untergrund aufgebracht, daß die Poren vollständig ausgefüllt sind und je nach Anwendungsfall eine 0—50 µm dicke Deckschicht entsteht. Im folgenden wird das Material in einem Ofen einer Wärmebehandlung unterzogen, bei der das enthaltene PTFE drei Minuten bei 380°C gesintert wird, um in einem abschließenden Walzschrift den endgültigen Verbund und das erforderliche Endmaß herzustellen.

Beispielhafte Ausführungen werden nachfolgend anhand der Figuren und Tabellen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 die Verschleißrate in Abhängigkeit vom Bornitridgehalt am Füllstoff, und

Fig. 2—4 die graphischen Darstellungen der in den Tabellen zusammengestellten Versuchsergebnisse.

Die Herstellung der Gleitmaterialmischung kann, wie für Beispiel 1 unten beschrieben ist, über eine PTFE-Dispersion erfolgen, der die Füllstoffe so beigemischt werden, daß sie bei der nachfolgend herbeigeführten Koagulation in homogener Verteilung mitgerissen werden. Hierbei entsteht eine pastöse Masse, die die für den nachfolgenden Beschichtungsprozeß erforderlichen Eigenschaften aufweist.

Beispiel 1

12 l Wasser, 25 g Natriumlaurylsulfat, 3 kg Bornitrid, 15,9 kg Molybdänsulfid und 34 kg einer 35-%-igen PTFE Dispersion werden 20 min kräftig gerührt. Dann werden 100 g einer 20%-igen Aluminiumnitratlösung zugegeben. Nach erfolgter Koagulation wird 1 l Toluol in das Gemisch eingeführt und die ausgetretene Flüssigkeit entfernt.

Die weiteren, in den Tabellen 1 bis 4 genannten Beispiele aus der Gruppe der Dreischichtsysteme mit PTFE/Bronze-Matrixgleitschicht können alle in dieser Weise hergestellt werden. Im folgenden sind daher nur noch die Zusammensetzungen der Kunststoffmischungen genannt.

Die in beschriebener Weise hergestellten Werkstoffe sind in den erfindungsgemäßen Zusammensetzungen den Standardwerkstoffen auf der Basis PTFE/MoS₂ oder PTFE/Pb sowohl bezüglich des Reibwertes als auch der Verschleißfestigkeit deutlich überlegen.

Um die Eigenschaften wie Verschleißfestigkeit und Reibwert zu untersuchen, wurden die Zusammensetzungen aus PTFE, Bornitrid und Molybdänsulfid über einen großen Bereich variiert und Proben der beschriebenen Dreischichtmaterialien aus 1,25 mm Stahl, 0,23 mm Bronze und 0,02 mm Kunststoffdeckschicht hergestellt. An diesen Proben wurden mittels eines Stift/Walzen-Tribometers mit Prüflingen von 0,78 cm² die Verschleißraten bei einer Umfangsgeschwindigkeit von 0,52 m/s und einer Belastung von 17,5 MPa gemessen und mit einem Standardmaterial verglichen. Als Standardmaterial wurde ein Verbundmaterial beschriebener Art mit einer Kunststoffschicht aus 80 Vol.-% PTFE und 20 Vol.-% MoS₂ herangezogen.

In der Fig. 1 ist die Verschleißrate in Abhängigkeit vom Bornitridgehalt am Füllstoff dargestellt, wobei der Gesamtüllstoff konstant bei 30 Vol.-% gehalten wurde. Es ist deutlich zu sehen, daß im schraffierten erfindungsgemäßen Bereich ein ausgeprägtes Verschleißminium vorliegt, das die Zusammensetzungen im Optimum als etwa viermal so gut ausweist, als solche, die z. B. nur Molybdänsulfid enthalten.

Zur Verdeutlichung der erfindungsgemäßen erzielbaren Verbesserungen wurden im weiteren die in Tabelle 1 zusammen mit den Reibwerten und Verschleißraten aus der Stift/Walze-Prüfung zusammengesetzten Materialzusammensetzung geprüft. In der Fig. 2 sind die Ergebnisse graphisch gegenübergestellt, die zeigen, daß die Füllstoffkombination in jedem Fall besser abschneidet, als die Verwendung jeweils in der beiden Komponenten.

Aus den in den Tabellen 2 und der Fig. 3 gegenübergestellten Ergebnissen der Beispielzusammensetzungen 7—11 geht hervor, daß die erfindungsgemäßen Materialien auch mit weiteren Komponenten kombiniert werden können, ohne die positiven Eigenschaften zu verlieren. Man sieht, daß durch die Zusätze weitere Verbesserungen möglich sind.

Darüber hinaus wurde die Wirksamkeit von Wolframsulfid geprüft. Das entsprechende Ergebnis vom Stift/Walze-Prüfstand ist in der Tabelle 3 dargestellt. Es wird deutlich, daß zur Herbeiführung des erfindungsgemäßen Effektes auch andere, dem Molybdändisulfid strukturell ähnliche Materialien geeignet sein können.

Von den Beispielzusammensetzungen Nr. 1 und 3 wurden Buchsen des Durchmessers 22 mm hergestellt und im rotierenden Prüflauf auf ihre Grenzbelastbarkeit geprüft. Als Grenzlast wurde die höchstmögliche Last 13,5 km erreicht wurde. Ausfallkriterium war starker Anstieg der Temperatur, was sich bei nachfolgender Untersuchung als gleichbedeutend mit einer mittleren Verschleißtiefe von 90 µm erwies. Das Ergebnis von Probe 3 entspricht bei anderer Auswertung einem pv-Wert von 4,5 MPam/s. Die Ergebnisse sind in der Fig. 4 dem Stand der Technik gegenübergestellt.

Die Tabelle 4 verdeutlicht, daß die erfindungsgemäßen Materialien in ihrer Leistungsfähigkeit in der Stoßdämpferanwendung dem Stand der Technik gleichwertig sind. Sowohl die Kavitationsbeständigkeit als auch der Reibwert sind vergleichbar gut. Der Tabelle liegt ein Stoßdämpferprüfprogramm mit extremer Kavitationsbeanspruchung zugrunde. Ausfallkriterium bei der Lebensdauerermittlung war hier die vollständige oder teilweise Gleitflächenablösung. Die Reibwerte wurden an Buchsen o.g. Dimensionen gegen Stoßdämpferkolbenstangen bei einer Belastung von 1000 N und einer Gleitgeschwindigkeit von 20 mm/s unter Tropfölschmierung ermittelt.

Eine andere Möglichkeit, die Erfindung vorteilhaft auszuführen, besteht darin, die erfindungsgemäßen Gleitmaterialmischungen mit PTFE in eine thermoplastische Matrix aus einem anderen Polymeren wie z. B. PPS, PA, PVDF, PES, PSU, PEEK, PI, PA oder PEI einzuarbeiten und diese dann auf beliebige Weise zu einem Gleitelement zu verarbeiten, z. B. auf einem Metallrücken mit oder ohne Bronzewischenschicht aufzubringen oder Vollkunststoffteile herzustellen. Dabei kann der Thermoplastanteil zwischen 60 und 95 Vol.-%, vorzugsweise zwischen 70 und 90 Vol.-% variiert werden.

Das erfindungsgemäße Fluorthermoplasten/Bornitrid/Molybdändisulfid-Gemisch wird als Pulvergemisch, auf einem Stahlbronzeuntergrund aufgestreut, aufgeschmolzen und angewalzt. Es ist aber auch möglich, die Mischung über Schmelzcompoundierung zu erzeugen. Als Beispiel soll hier der Einfluß auf die tribologischen Eigenschaften eines PES-Compounds dienen, jedoch sind auch viele andere Thermoplaste als Matrix einsetzbar.

Die Fig. 5 zeigt zur Verdeutlichung des erfindungsgemäßen Effektes die Reib- und Verschleißwerte von PES-Compounds mit PTFE, PTFE/MoS₂, PTFE/BN und PTFE/BN/MoS₂. Die genauen Zusammensetzungen und Meßwerte sind der Tabelle 5 zu entnehmen. Die besten Werte werden von Beispiel 14 erreicht.

Tabelle 1

Bsp.Nr.	Zusammensetzung, Vol%	Verschleiß [µm/h]	Reibwert
0	PTFE 80, MoS ₂ 20	120	0,20
1	PTFE 55, BN 12,8, MoS ₂ 32,2	36	0,23
2	PTFE 60, BN 20, MoS ₂ 20	35	0,23
3	PTFE 65, BN 12,5 MoS ₂ 22,5	32	0,21
4	PTFE 70, BN 15, MoS ₂ 15	39	0,23
5	PTFE 75, BN 7,2, MoS ₂ 17,8	40	0,20

Tabelle 2

Bsp.Nr.	Zusammensetzung, Vol%	Verschleiß [$\mu\text{m}/\text{h}$]	Reibwert
4(z.Vgl.)	PTFE 70, BN 15, MoS ₂ 15	39	0,23
6	PTFE 70, BN 13, MoS ₂ 13, Koks 4	26	0,18
7	PTFE 70, BN 13, MoS ₂ 13, Si ₃ N ₄ 4	35	0,24
8	PTFE 70, BN 13, MoS ₂ 13, C-Faser 4	28	0,21
9	PTFE 70, BN 13, MoS ₂ 13, PI 4	25	0,18

Tabelle 3

Bsp.Nr.	Zusammensetzung, Vol%	Verschleiß [$\mu\text{m}/\text{h}$]	Reibwert
4(z.Vgl.)	PTFE 70, BN 15, MoS ₂ 15	39	0,23
10	PTFE 70, BN 15, WS ₂ 15	36	0,22

Tabelle 4

Bsp.Nr.	Zusammensetzung, Vol%	Lebensdauer [h]	Reibwert
0 (Std.d.T.)	PTFE 80, MoS ₂ 20	37	0,018
3	PTFE 65, BN 12,5, MoS ₂ 22,5	40	0,020
5	PTFE 75, BN 7,2, MoS ₂ 17,8	33	0,019

Tabelle 5

Bsp.Nr.	Zusammensetzung, Vol%	Verschleiß [$\mu\text{m}/\text{h}$]	Reibwert
11	PES 80, PTFE 20	35	0,18
12	PES 80, PTFE 14, MoS ₂ 6	31	0,18
13	PES 80, PTFE 14, BN 6	88	0,17
14	PES 80, PTFE 14, BN 3, MoS ₂ 3	20	0,15

Patentansprüche

1. Gleitlagerwerkstoff mit einem Matrixmaterial und einem Gleitmaterial aus mindestens einem Fluorthermoplasten und Füllstoffen, dadurch gekennzeichnet, daß das Gleitmaterial als Füllstoffe 5—48 Vol.-% Bornitrid und 2—45 Vol.-% mindestens einer Metallverbindung mit Schichtstruktur enthält, wobei der Anteil des Fluorthermoplasten 50—85 Vol.% beträgt.
2. Gleitlagerwerkstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem Fluorthermoplast um PTFE oder PTFE mit Zusätzen eines oder mehrerer Fluorthermoplaste aus ETFE, PCTFE, ECTFE, PVDF, PFA oder FEP handelt.
3. Gleitlagerwerkstoff nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei den Metallverbindungen um MoS₂, Wolframsulfid, Titansulfid oder Titanjodid handelt.
4. Gleitlagerwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Bornitrid in hexagonaler Modifikation vorliegt.
5. Gleitlagerwerkstoff nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Anteile des Bornitrids 6,25—32 Vol.-% und die der Metallverbindung 5—30 Vol.-% betragen.
6. Gleitlagerwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllstoffe eine Teilchengröße < 40 μm aufweisen.
7. Gleitlagerwerkstoff nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllstoffe eine Teilchengröße < 20 μm aufweisen.
8. Gleitlagerwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß bis zu 40 Vol.-% der Füllstoffkombination Bornitrid/Metallverbindung durch weitere Zusätze ersetzt sind.
9. Gleitlagerwerkstoff nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei den Zusätzen um einen oder mehrere aus der Gruppe der Hartstoffe, wie Si₃N₄ oder Borcarbid, der Pigmente, wie Koks, der Fasermaterialien wie Graphit-Kurzfasern oder Aramidfasern, der Festschmierstoffe wie Graphit oder der Hochtemperaturthermoplaste wie PAI oder PI handelt.
10. Gleitlagerwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Matrixmaterial ein poröses Bronzegerüst ist, in das das Gleitmaterial eingelagert ist.
11. Gleitlagerwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Matrixmaterial ein thermoplastischer Kunststoff ist, in den das Gleitmaterial in feiner Verteilung eingemischt ist, wobei der Anteil des Matrixmaterials bezogen auf den gesamten Gleitlagerwerkstoff 60—95 Vol.% beträgt.
12. Gleitlagerwerkstoff nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Matrixmaterial aus PPS, PA, PVDF, PSU, PES, PEI, PEEK, PM oder PI besteht.
13. Verwendung des Gleitlagerwerkstoffs nach einem der Ansprüche 1 bis 12 als Massivkunststoff-Gleitelement.
14. Verwendung des Gleitlagerwerkstoffs nach einem der Ansprüche 1 bis 12 als auf einem Metallrücken aufgebraachte Gleitschicht.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

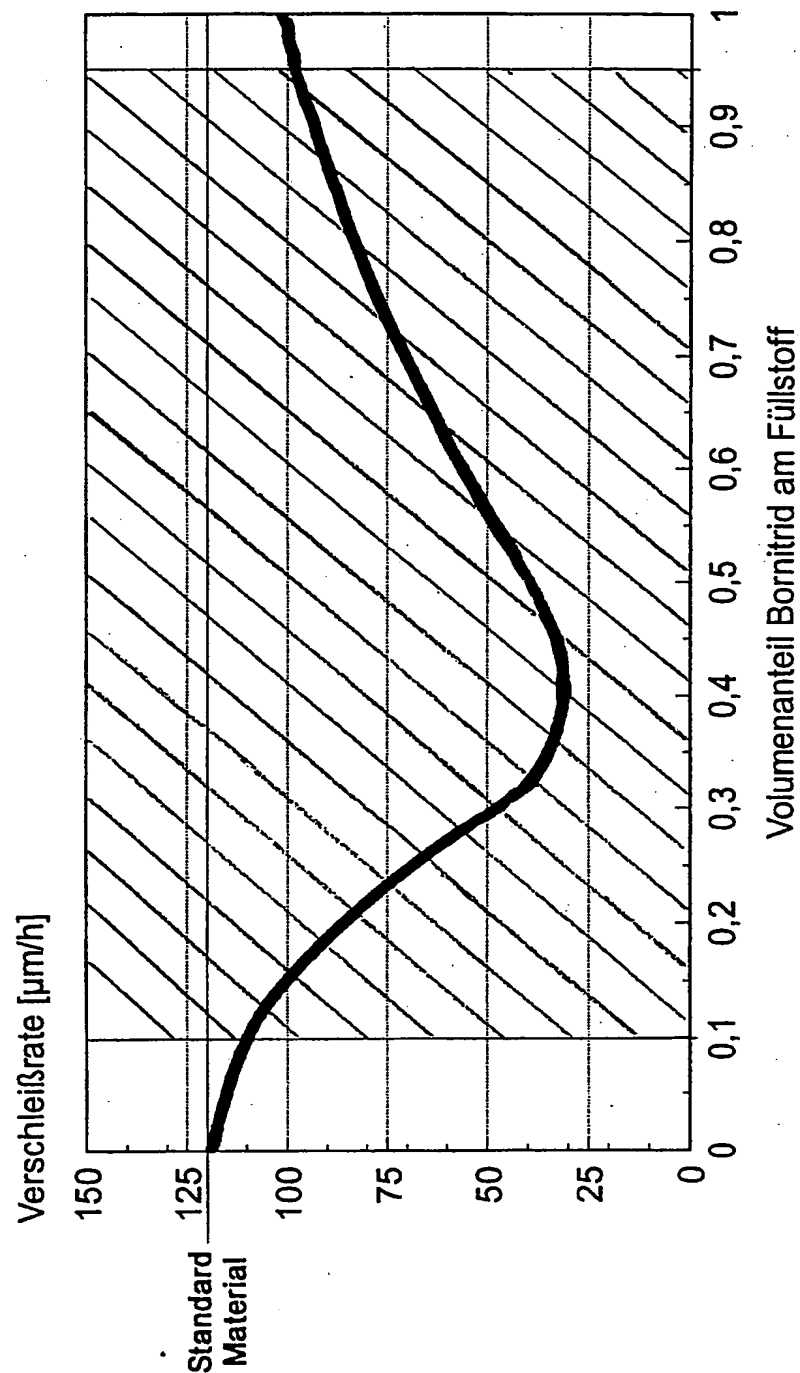


FIG. 1 *

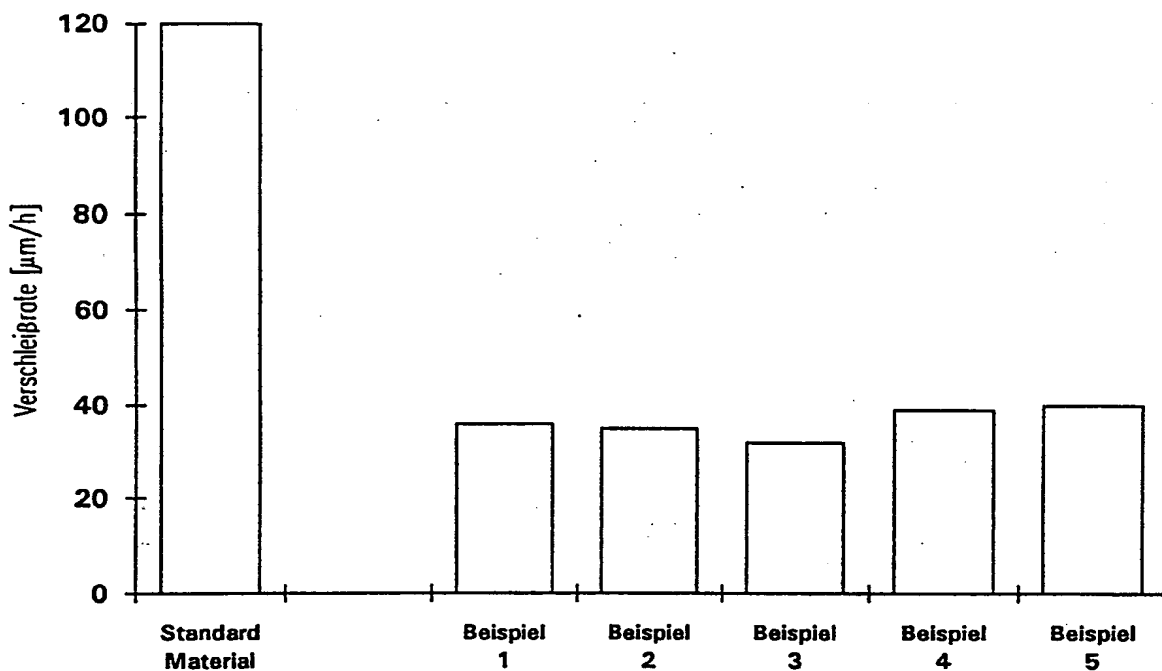


FIG. 2

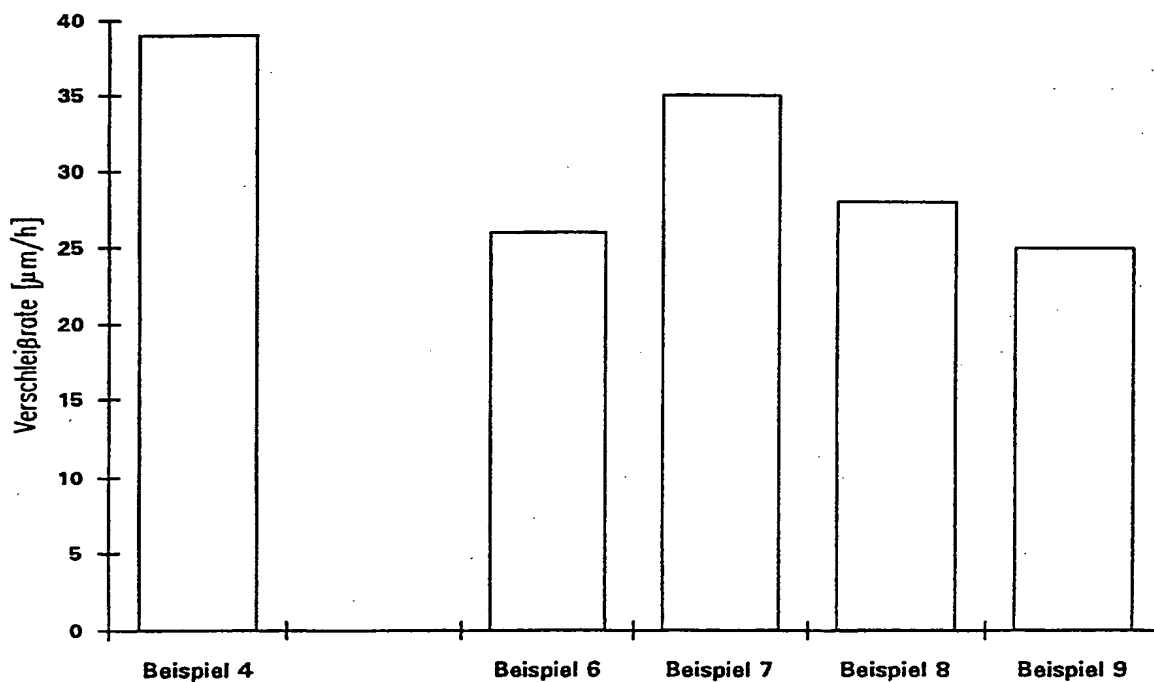


FIG. 3

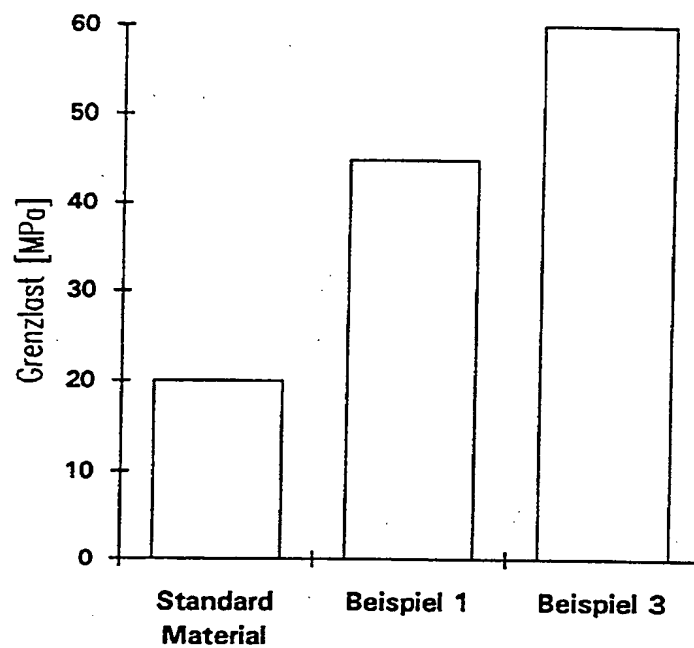


FIG. 4

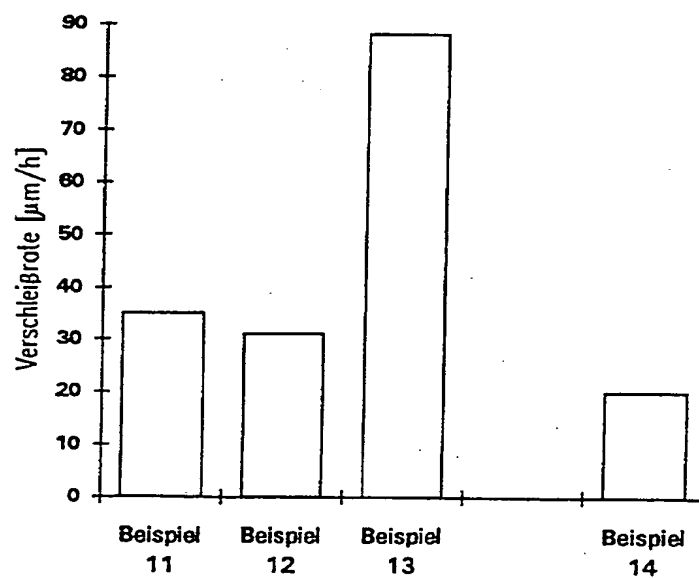


FIG.5